

매실의 항미생물 활성 연구

임재웅·이규봉*

보해중앙연구소, 경희대학교 식품공학과*

Studies on the Antimicrobial Activities of *Prunus mume*

Jae-Woong Lim and Gyu-Bong Lee*

Bohae R&D Center, Yong In, Korea

Department of Food Science and Technology, Kyunghee University*

Abstract

This study was conducted to investigate the antimicrobial activity of *Prunus mume* extracts. *Prunus mume* extracts have growth inhibitory activity to various microorganisms. Gram positive bacteria such as *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus epidrimidis* were more easily inhibited than Gram negative bacteria tested *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* and Yeasts by *Prunus mume* extracts. Among several fractions of methanol extract, EtOAc & BuOH fractions were showed strong antibacterial activities, but those fractions were not showed on fungi.

Key words: *Prunus mume*, antimicrobial activity, *Vibrio parahaemolyticus*, *Salmonella typhimurium*, *Proteus vulgaris*.

I. 서론

매실나무(*Prunus mume* Siebold, et Zuccarini)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 낙엽소 교목(落葉小喬木)으로 일본, 대만, 중국 및 우리 나라 충청 이남에서 생산되는 果實로 1~3월경에 꽃이 피고 열매를 맺어 6월경 青梅로서 수확된다^{1,2)}.

梅實은 熟度에 따라 10분숙으로 구분하여 果實의 핵이 硬化될 때 5분숙, 果肉에 淸味가 있을 때를 6~7분숙, 果肉의 淸味가 소실되고 果肉의 조직이 다소 軟化되기 시작할 때를 8분숙, 果肉의 색이 담록색이

고 果皮가 담황색으로 조직이 軟化되었을 때를 9분숙, 완전히 軟化되고 섬유질이 없는 것을 10분숙으로 구분하고 7~8분숙을 青梅라고 한다³⁾.

매실과 매실나무는 食用, 觀賞用, 藥用으로 쓰이고 漢方과 民間에서 青梅를 霍亂, 脚氣病, 健胃, 殺菌, 去痰, 嘔吐, 酒毒, 解熱, 鎮痛, 發汗, 疫痢에 藥材로 쓰이며^(2,4-11) 神農本草經, 本草綱目, 東醫寶鑑등에 體驗的 藥效와 利用法이 수록되어 있다¹⁰⁻¹⁵⁾. 주로 우리나라에서는 梅實酒와 梅實丸, 梅實茶로 加工하여 이용한 다.

김 등¹²⁾은 매실의 종자가 *Escherichia coli*와 *Bacillus subtilis*에 대한 抗菌力을 가지고 있다고 보고한

바 있다.

腐敗 및 病原性 微生物에 의한 피해는 여러 분야에 서 직면하는 심각한 문제이다. 健康에 대한 관심도가 높아짐에 따라 人工 合成品の 忌避現狀이 사회전반에 서 일어나고 있으며 안전성에 문제가 없는 天然의 抗微生物 活性物質의 개발이 절실히 요구되는 실정이다¹³⁾. 이에 食品 貯藏中 일어나는 微生物에 의한 變質防止를 위하여 天然物에 존재하는 抗菌性 물질을 이용하고자 하는 研究는 이미 오래 전부터 수행되어 왔다¹⁴⁾.

일반적으로 사람이 오랜 동안 攝取해 왔던 天然物 그 자체 또는 이들의 抽出物에 존재하는 天然 抗菌性 물질로 蛋白質¹⁵⁾, 有機酸^{16,17)}, 탄수소가 12~18개인 脂肪酸¹⁸⁾, 香辛料¹⁹⁾, 生藥材類^{20~22)} 등이 있다. 식물 抽出物이 抗微生物 活性를 갖고 있다는 것은 오래 전 부터 알려졌고 대표적인 것으로는 우리가 예전부터 많이 사용해 왔던 香辛料를 들 수 있다.

근래에 들어와서 마늘의 allicin은 -SH group효소의 阻害因子로 작용하는 活性 物質이고, 양파 추출물은 aflatoxin생성균인 *Aspergillus flavus*와 *Aspergillus parasiticus*의 增殖을 阻害하며²³⁾ 이외에도 많은 식물 추출물이 抗菌活性를 가지고 있음이 보고되고 있다^{12,24~33)}.

본 연구에서는 우리에게 피해를 많이 주는 食品 腐敗 微生物을 선별하여 선별된 균주들에 대한 매실의 항균활성을 확인하였다.

II. 재료 및 실험방법

1. 재 료

본 실험에 사용된 梅實은 전라남도 해남군 산이면(주)보혜 매원에서 재배하고 있는 품종인 '南高'의 과실을 성숙 정도를 확인하여 7분숙의 매실을 1997년 6월 24일(개화 후 95일) 수확하여 抽出用 試料로 사용하였다.

2. 실험방법

1) 기능성 성분의 추출 및 분획

梅實을 먼저 果肉만을 취하여 균질화 한 후 water extracts와 methanol extracts로 다음과 같이 분획하

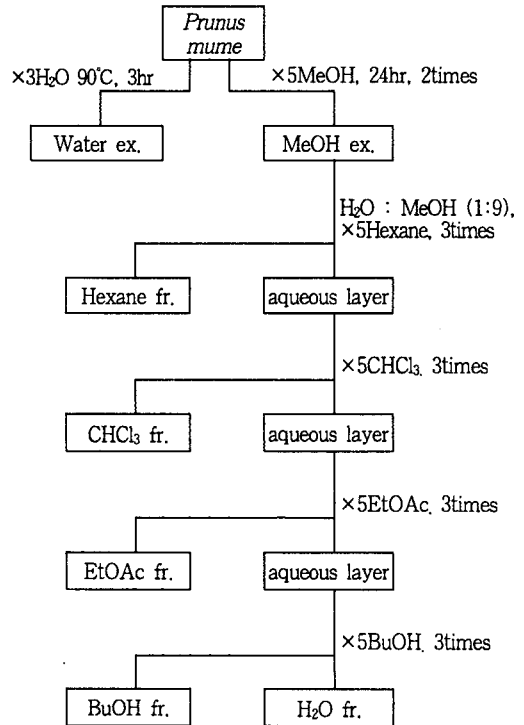


Fig. 1. Flow sheet for extraction and fractionation of functional components in *Prunus mume*.

였다.

먼저 water extracts는 매실 果肉 500g에 증류수 1.5L를 부은 후 還流 冷却 裝置를 이용 90°C에서 3시간 동안 抽出하여 거어즈로 濾過후 원심분리(0°C, 4000rpm, 15min)하고 상등액을 취해 濾過紙(Whatman No. 2)로 濾過하고 Rotary evaporator (YAMATO RE-51)를 사용하여 減壓 濃縮하여 water extracts로 하였다. 한편 methanol extracts는 梅實 果肉 5kg에 5배의 methanol을 부은 후 24시간 동안 抽出하고 액만을 취한 후 果肉은 다시 한번 methanol로 再 抽出하였다. 抽出物은 water extracts와 같은 방법으로 濃縮하였다. 濃縮物의 일부를 hexane, chloroform, ethyl acetate, butanol, 물(수층)로 연속 抽出하여 濾過紙(Whatman No. 2)로 濾過하고 Rotary evaporator (YAMATO RE-51)를 사용하여 減壓 濃縮하였다. (Fig. 1)

2) 항균 활성도 측정

抗菌性 확인은 확산법(diffusion method)중 paper disc법을 이용하였다³⁴⁾.

細菌類와 酵母는 액체배지에 18시간 증식시킨후 각 균주에 맞는 agar 배지를 15ml씩 분주한 Ø 9cm petri dish에 0.3ml씩 도말하고 주 배양온도 보다 5°C 낮은 온도에서 1시간 정도 예비배양한 후 일정량의 시료가 주입된 paper disc(Ø 8mm, Toyo)를 올려놓고 20µl의 멸균수로 확산시키고 1시간을 예비배양 하고 적온에서 24시간 배양 후 生育 阻止圓의 크기를 측정 하였다.

곰팡이류는 멸균수 10ml에 곰팡이 포자층을 긁어 내어 현탁 시킨 후 0.1ml씩 준비된 Ø 9cm petri dish에 분주한다. 이를 24시간 예비배양한 후 일정량의 시료가 주입된 paper disc(Ø 8mm, Toyo)를 올려놓고 20µl의 멸균수로 확산시키고 적온에서 24시간 배양한 후 生育 阻止圓의 크기를 측정하였다.

(1) 추출물의 농도별 저해활성 측정

각 抽出物의 阻害濃度는 비탁법을 이용하였다. 확산법을 통해 抗菌活性이 확인된 분획을 일정농도별로 액체배지에 첨가하여 적온에서 72시간 배양하면서 spectrophotometer로 660nm에서 흡광도를 측정하였다³⁴⁾.

각 추출물을 membrane filter(0.2µm)로 제균시키고 broth에 각 추출물의 soluble solid를 100ppm, 500ppm, 1,000ppm씩 첨가한 후 대상 균주를 적온에서 24시간 배양한 broth에서 0.1ml를 취해 반복 배양한 후 다시 0.1ml를 추출물이 함유된 broth에 접종하여 배양했다.

微生物의 生育程度를 spectrophotometer로 측정하여 판단 하였고 抽出物을 넣은 broth를 blank로 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 매실의 용매별 각 획분의 수율

梅實의 溶媒別 抽出 收率은 Table 1과 같다. 단순히 물만으로 抽出한 water ex.은 6.63%, MeOH ex.는 4.61%의 收率을 보였다. 한편, MeOH ex.로 분획한 획분들의 原梅實 對比 溶媒別 收率은 BuOH fr.과

H₂O fr.이 1.46%와 2.63%로 가장 높았다. 다음으로는 EtOAc fr. > Hexane fr. > CHCl₃ fr. 순으로 나타났다. 이는 梅實을 試料로 사용했으므로 青梅를 사용했지만 葉綠素등 색소 성분의 비가 상대적으로 높지 않은 결과로 보인다.

2. 매실 성분의 항균 활성

梅實을 물과 MeOH로 抽出한 extracts의 抗菌 活性 檢索을 위하여 Gram(+)細菌과 Gram(-)細菌, 酵母, 곰팡이에 抽出物 0.5mg/disc을 滴下하여 檢索한 결과는 Table 2와 같다.

시험된 Gram(+)細菌에서는 특히 쌀밥의 主 變敗菌이고 어류의 어육을 變色 시키며 두부를 汚染시켜 팽창을 일으키는 *Micrococcus leteus*에 대해서 water

Table 1. Yield of fractions of *Prunus mume* extracts with different solvents

Solvents	Yield(%w/w of flesh sample)
Water	6.63
MeOH	4.61
Hexane	0.13
CHCl ₃	0.11
EtOAc	0.28
BuOH	1.46
H ₂ O	2.63

Table 2. Antimicrobial activities of water extract and methanol extracts of *Prunus mume*

Strains	Clear zone on plate(mm)	
	Water ex.	MeOH ex.
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	9.2	12.0
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 29629	11.0	13.2
<i>Escherichia coli</i> ATCC 31030	11.1	10.0
<i>Staphylococcus epidrimidis</i> ATCC 12228	11.0	13.3
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 6059	14.0	10.3
<i>Micrococcus leteus</i> ATCC 21550	21.0	19.4
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11950	9.2	12.2
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	10.0	12.1
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 16404	8.2	8.3
<i>Penicillium citrinum</i> IFO 6352	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC 4105	10.1	16.0
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> IFO 1950	9.1	14.2

ex.과 MeOH ex. 모두 특이적으로 강한 활성을 나타내었다. 녹말을 함유한 식품의 主 變敗菌이면서 쌀밥에 시큼한 냄새를 주며 산성화 시키는 *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*와 *Staphylococcus epidrimidis*에서도 저해활성이 나타났다. 이는 日本人들이 쌀밥 도시락에 梅實 가공품인 우메보시를 넣어 가지고 다니는 癖과 관련지어 생각해 볼 수 있는 결과로 보인다.

Gram(-)細菌에서는 蛋白質 分解力이 강하여 畜肉과 鷄卵을 腐敗시키며 설사 원인균인 *Proteus vulgaris*와 魚貝類 등을 통해 인간에 感染되면 致命的인 *Vibrio parahaemolyticus*, 여름철에 많은 食中毒을 일으키는 *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*등 시험된 모든 균주에 water ex.과 MeOH ex. 모두 抗菌活性을 보였다.

酵母는 높은 산도에서도 뛰어난 生育을 보이는 균주를 선택하여 活性을 본 결과 두가지 抽出物 모두가 강한 抗酵母 活性을 나타냈다.

그러나 곰팡이에서는 *Aspergillus niger*에서 만이 두 抽出物 모두 약한 活性을 보였을 뿐 그외의 곰팡

이에서는 活性을 나타내지 못했다.

주로 生育이 抑制된 균주들에서 MeOH ex.의 活性이 강하였으며, *P. vulgaris*, *M. leteus*에 대해서는 두 抽出物間의 抗菌活性 정도가 비슷한 정도로 water ex.이 약간 높았다.

위의 결과를 바탕으로 MeOH ex.을 용매별로 分割한 分割別 沮害 결과는 Table 3, Table 4와 같다.

Gram(-)細菌에서는 *V. parahaemolyticus*, *S. typhimurium*, *P. vulgaris*에서 EtOAc fr.과 BuOH fr.이 강한 抗菌活性을 보였고 *E. coli*에서는 모든 획분이 비슷한 抗菌活性을 보였다.

시험된 Gram(+)細菌 모두에 대해서도 EtOAc fr.과 BuOH fr.이 강한 抗菌活性을 보였고 *M. leteus*에서는 H₂O fr.과 CHCl₃ fr.도 높은 活性을 보였다.

酵母에 대한 抗酵母活性은 *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4105에서 Hexane fr.과 EtOAc fr.이 강한 活性을 나타냈으며 다른 fr.들도 높은 活性을 나타냈다. *Saccharomyces cerevisiae* IFO 1950에서는 EtOAc fr.가 강한 活性을 보였다.

Table 3. Antimicrobial activities of different solvent fractions from methanol extract of *Prunus mume* against several microorganisms(bacteria)

Strains	Clear zone on plate(mm)				
	Hexane fr.	CHCl ₃ fr.	EtOAc fr.	BuOH fr.	H ₂ O fr.
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	8.2	8.6	18.2	15.3	9.1
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 29629	-	9.8	21.0	15.2	10.1
<i>Escherichia coli</i> ATCC 31030	9.0	8.2	11.1	10.2	11.0
<i>Staphylococcus epidrimidis</i> ATCC 12228	-	10.0	21.2	11.2	10.1
<i>Proteus vulgaris</i> ATCC 6059	10.0	-	17.3	19.2	10.2
<i>Micrococcus leteus</i> ATCC 21550	8.7	13.0	22.1	19.2	16.0
<i>Bacillus cereus</i> ATCC 11950	9.0	9.0	12.3	15.0	10.0
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	-	8.8	17.2	15.1	12.0

Table 4. Antimicrobial activities of different solvent fractions from metanol extract of *Prunus mume* against several microorganisms(fungi, yeast)

Strains	Clear zone on plate (mm)				
	Hexane fr.	CHCl ₃ fr.	EtOAc fr.	BuOH fr.	Water fr.
<i>Aspergillus niger</i> ATCC 16404	-	8.1	-	8.1	8.1
<i>Penicillium citrinum</i> IFO 6352	-	9.0	-	-	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> ATCC 4105	17.0	13.0	17.3	12.2	10.0
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> IFO 1950	8.3	11.0	17.0	11.3	10.1

곰팡이에서는 *Aspergillus niger*에서 CHCl₃ fr., BuOH fr., H₂O fr.이 아주 微弱한 活性을 보였고 water ex. 과 MeOH ex.에 阻害를 받지 않았던 *Penicillium citrinum*에서 CHCl₃ fr.이 약한 活性을 나타내었다.

본 실험에 선택적으로 사용된 食品의 主 腐敗菌들에 대한 梅實의 抗微生物 活性은 곰팡이類를 제외한 Gram(+)細菌, Gram(-)細菌, 酵母에 강한 抗微生物 活性을 나타내었다. 특히, 여름철 致命的인 中毒을 일으키는 *V. parahaemolyticus*, *S. typhimurium*, *P. vulgaris*와 쌀밥의 主 變敗菌인 *M. luteus*에 강한 活性을 보인것은 특이적인 결과로 볼 수 있다.

Paper disc법을 통해 얻어진 결과를 토대로 梅實 抽出物에 의해 크게 阻害를 받지 않는 곰팡이類를 제외한 나머지 시험 균주를 濃度別로 阻害活性 정도를 실험하였고 시험된 梅實 分割은 paper disc법에서 비교적 큰 阻害力을 보인 EtOAc fr.과 BuOH fr.로 항미생물 활성 시험을 하였다.

먼저 G(+)細菌에 대한 매실 분획의 농도별 阻害 活性을 보면 *Bacillus cereus*의 경우 500ppm이상의 EtOAc fr.이 生育을 阻止하였으나 BuOH fr.은 100 ppm에서 강한 阻害活性을 보였다.(Fig. 2) *Bacillus subtilis*는 100ppm의 EtOAc fr.에서 전혀 生育하지 못하였고 BuOH fr.에서는 500ppm농도에서 강한 阻害를 받아 生育을 하지 못하였다.(Fig. 3) Paper disc법에서 강한 阻害를 받았던 *Micrococcus luteus*는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 BuOH fr. 100ppm에서 전혀 生

育하지 못하였고 EtOAc fr.은 500ppm에서 阻害를 받았다. *Staphylococcus epidrimidis*는 BuOH fr. 100ppm에서 48시간 후 급격한 生育을 보였고 EtOAc fr. 100 ppm에서도 약간 生育을 하였으나 그 이상의 濃度에서는 전혀 生育을 하지 못하였다.(Fig. 5)

한편 G(-)細菌은 대체적으로 G(+)細菌에 비해 매실 淸分の 항균 活性이 낮았다. *Escherichia coli*는 Fig. 6과 같이 시험된 모든 淸분이 100ppm에서 阻害를 받지 않았고 EtOAc fr. 500ppm에서는 미약한 生育을 보였으며 BuOH fr. 500ppm에서는 60시간 이후에 生育을 시작하였다. *Salmonella typhimurium*는 EtOAc fr. 500ppm에서는 약간 生育을 하나 EtOAc fr., BuOH fr. 1000ppm에서는 生育을 하지 못했다.(Fig. 7) *Proteus vulgaris*는 Fig. 8에서 보는 바와 같이 시험된 다른 G(-)細菌들에 비해 강한 阻害를 받는 것으로 나타났다. Paper disc법에서 강한 阻害를 받았던 *Vibrio parahaemolyticus*는 시험된 매실 분획 100ppm이상에서 전혀 生育을 하지 못했다.(Fig. 9) 이와 같은 결과는 매실의 淸분물질로의 이용 가능성을 제시해 주는 결과로 보여지며 앞으로 淸分물질 확인 연구가 계속되어야 할 것이다.

酵母에 대한 매실 추출물의 阻害活性은 세균에 비해 낮은 것으로 나타났다. *Saccharomyces cerevisiae* IFO 1950에서 EtOAc fr. 500ppm에서 50%의 阻害活性이 나왔고 BuOH fr.은 50%저해에 500ppm이상의 濃度가 필요한 것으로 나타났다.(Fig. 10) 이는 매실

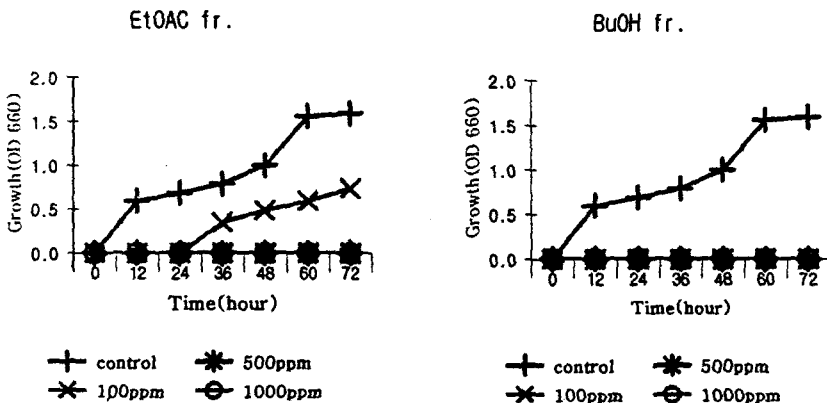


Fig. 2. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Bacillus cereus*.

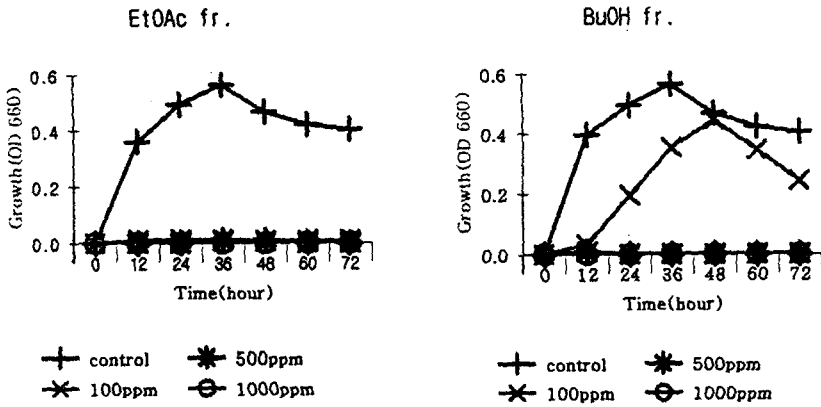


Fig. 3. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Bacillus subtilis*.

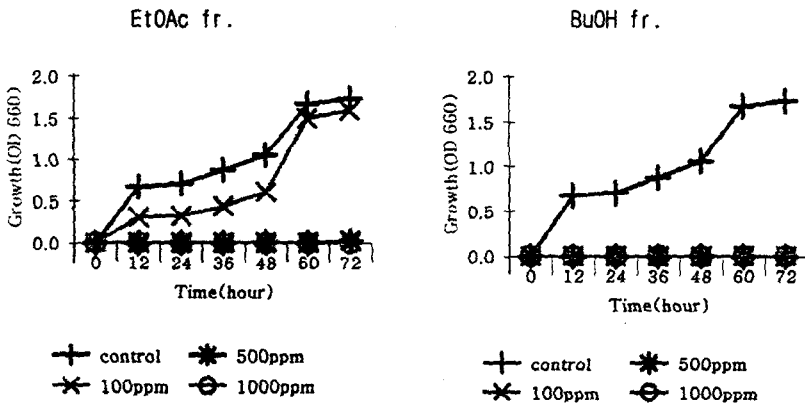


Fig. 4. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Micrococcus luteus*.

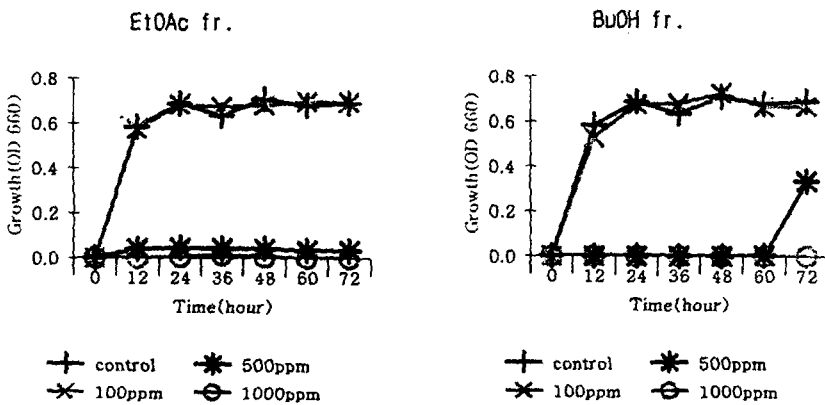


Fig. 5. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Staphylococcus epidermidis*.

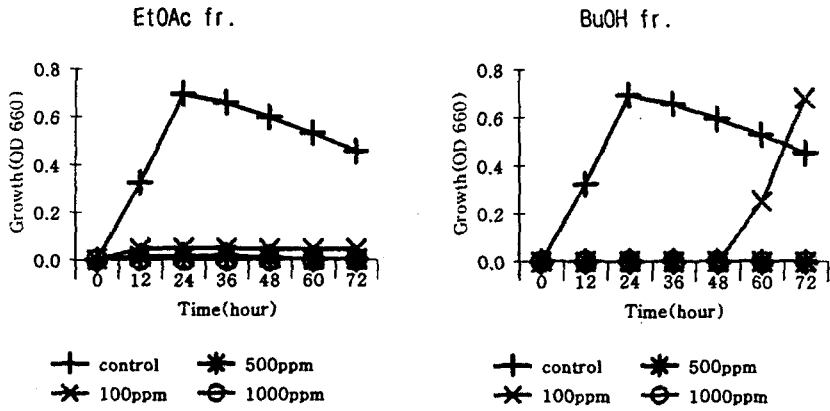


Fig. 6. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Escherichia coli*.

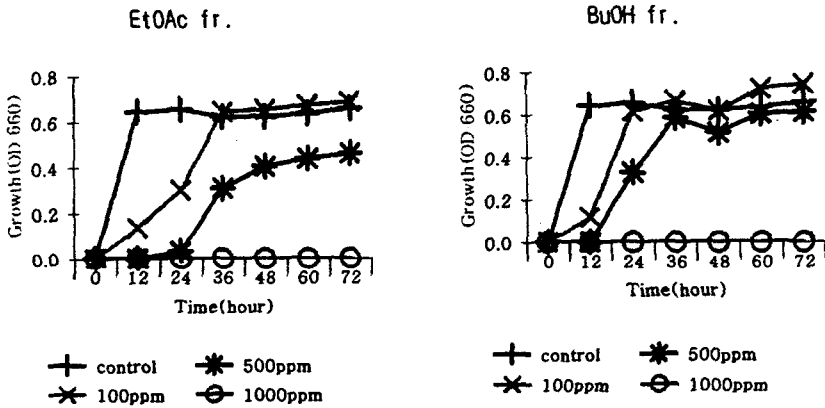


Fig. 7. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Salmonella typhimurium*.

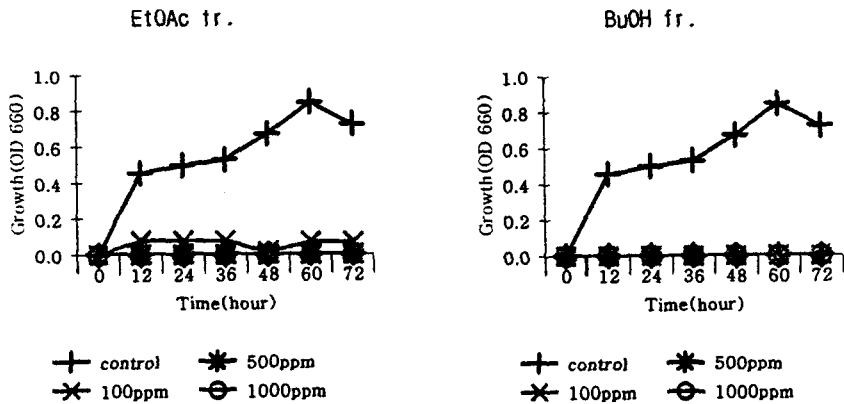


Fig. 8. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Proteus vulgaris*.

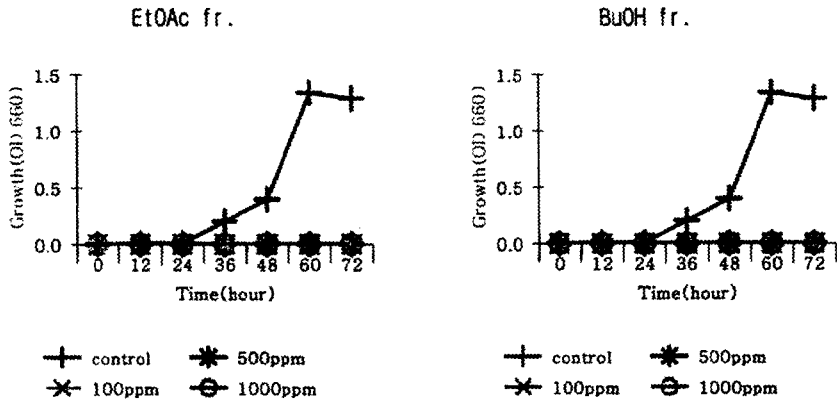


Fig. 9. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Vibrio parahaemolyticus*.

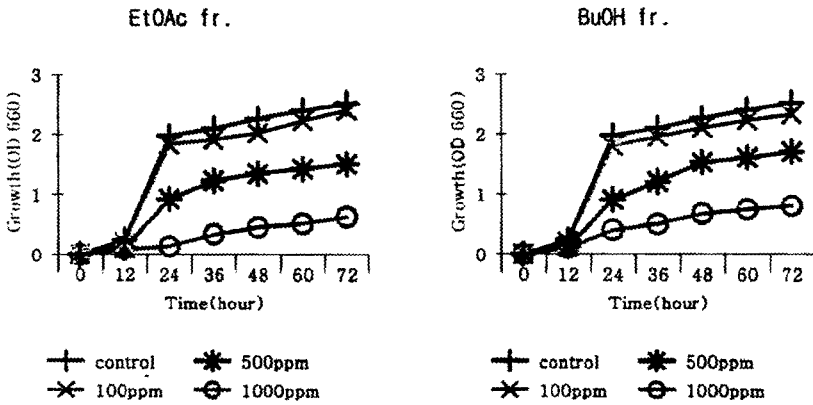
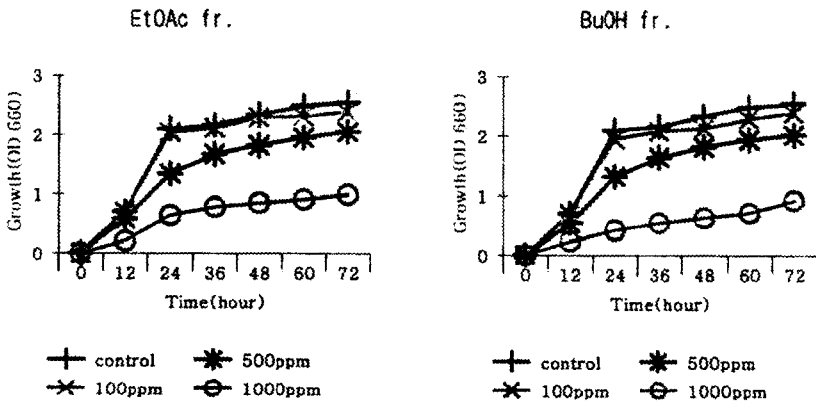


Fig. 10. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Saccharomyces cerevisiae* IFO1950.



11. Effect of ethyl acetate and butanol fraction of *Prunus mune* on the growth of *Saccharomyces cerevisiae* ATCC4105.

을 이용한 발효주의 개발 가능성을 시사해주는 결과로 해석된다.

IV. 요약

본 연구는 梅實을 天然 抗菌物質로서의 이용 가능성을 檢索하였다. 먼저 梅實을 물과 methanol로 抽出한 extracts를 paper disc법으로 항균활성을 확인한 후 MeOH extract를 溶媒別로 分割한 각각의 fractions으로 paper disc법과 그 결과를 토대로 활성이 높은 fractions을 비타법을 이용하여 濃度別로 액체 배지 상에서 阻害活性을 확인하였다.

變敗菌인 *M. luteus*는 매실의 EtOAc 획분과 BuOH 획분에 의해서 阻害되었고 또한 H₂O 획분과 CHCl₃ 획분도 阻害活性을 보였다. 한편 阻害濃度 시험에서는 BuOH 획분 100ppm 첨가 시 전혀 生育을 하지 못했다.

매실의 EtOAc 획분과 BuOH 획분은 *B. cereus*, *B. subtilis*와 *S. epidrimidis*에 대해서 강한 阻害 活性을 보였다. 阻害濃度 시험에서는 *B. cereus*는 BuOH 획분 100ppm, *B. subtilis*는 EtOAc 획분 100ppm, *S. epidrimidis*는 EtOAc 획분 100ppm에서 生育을 하지 못했다.

G(-)細菌은 매실성분에 의해서 阻害를 받지만 G(+)細菌에 비하여 저항성이 컸다. *E. coli*는 EtOAc 획분 500ppm에서 미약한 生育을 하였으며 *S. typhimurium*는 EtOAc 획분, BuOH 획분 모두 1,000ppm에서 生育을 전혀 하지 못했으며 *P. vulgaris*는 BuOH 획분 100ppm, *V. parahaemolyticus*는 BuOH 획분, EtOAc 획분 100ppm에서 전혀 生育을 하지 못하는 결과를 얻었다.

한편, 酵母中 *S. cerevisiae* IFO1950은 EtOAc 획분 500ppm에서 50%의 阻害를 받았으며 *S. cerevisiae* ATCC4105는 1,000ppm의 EtOAc fr. 에서 50%의 阻害를 하였다.

抗곰팡이 실험에서는 *A. niger*에서만 아주 미약한 阻害를 보였다.

V. 참고문헌

1. 문관심 : 약초의 성분과 이용, 일월서각, 299, 1994.
2. 김태정 : 한국의 자원식물, 서울대학교 출판부, II,160, 1996.
3. 日本果汁協會 : 果汁果實飲料事典, 朝倉書店, 315, 1983.
4. 약품식물학회 : 약품식물학 각론, 학창사, 200, 1980.
5. 神農本草經, 文光圖書有限公司, 193, 1971.
6. 李時珍 : 圖解本草綱目, 高文社, 992, 1983.
7. 辛民教 : 臨床本草學, 南山堂, 581, 1986.
8. 許浚 : 東醫寶鑑, 南山堂, 1161, 1967.
9. 李文宰 : 漢方養生, 경원문화사, 133, 252, 1976.
10. 東醫學事典, 과학백과사전종합출판사, 290, 1990.
11. 佐藤公一, 森英男外 三人 : 日本果樹園藝大事典, 養賢堂, 720, 1972.
12. 김경숙, 이인환 : Prunus屬 식물(종자)의 항균력과 활성물질에 관한 연구, 이화여대 석사논문, 1986.
13. 신동화 : 천연 항균성 물질의 연구 현황과 식물 가공에의 이용, 식품과학과 산업, 23, 68, 1990.
14. Beuchat, L. R. and Golden, D. A. : Antimicrobials occurring naturally in food, Food Technology, 43, 134, 1989.
15. Ashton, D. H. and Busta, F. F. : Milk components inhibitory to *Bacillus stearothermophilus* by iron, calcium and magnesium, Appl. Microbiol., 16, 628, 1968.
16. Freese, E., Sheu, C. W. and Gallier, S. E. : Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives, Nature, 241, 321, 1973.
17. Cox, N. A., Mercuri, A. J., Juven, B. J., Thomson, J. E. and Chew, V. : Evaluation of succinic acid and heat to improve the microbiological quality of poultry meat, J. Food. Sci., 39, 985, 1974.
18. Neiman, C. : Influence of trace amounts of fatty acids on the growth of microorganism,

- Bacterial. Rev., 18, 147, 1985.
19. Sahika, E. A. and Mehmet, K. : Sensitivity of some common food poisoning bacteria to thyme, mint and bay leaves, *Inter. J. Food Microbiol.*, 3, 349, 1986.
 20. 이병완, 신동화 : 식품 부패 미생물의 증식을 억제하는 천연 항균성 물질의 검색, *한국식품과학회지*, 23(2), 200, 1991.
 21. 이병완, 신동화 : 식품 부패 미생물에 대한 천연 항균성 물질의 농도별 및 분획별 항균특성, *한국식품과학회지*, 23(2), 205, 1991.
 22. 박옥연, 장동석, 조화래 : 한약재 추출물의 항균 효과 검색, *한국영양식량학회지*, 21(1), 91, 1992.
 23. Briozzo, J., Nunez, L., Chirife, J., Herszage, L. and D'Aquino, M. : Antimicrobial activity of clove oil dispersed in a concentrated sugar solution, *J. Appl. Bacteriol.*, 66, 69, 1989.
 24. 김근영, 정동욱, 정희중 : 어성초의 화학성분 및 항미생물활성, *한국식품과학회지*, 29, 400, 1997.
 25. 백수봉, 오연선 : 토양병원균 *Pythium ulimum* 방제를 위한 항균성 약용식물의 탐색, *한국균학회지*, 18, 102, 1990.
 26. 강성국 : 무화과 잎중의 항미생물 물질, 전남대학교 박사 학위논문, 1994.
 27. 양민석, 하영래, 남상해외 2인 : 국내 자생식물의 항균활성, *한국농화학회지*, 38, 584, 1995.
 28. 김선재, 박근형 : 부추의 항미생물 활성물질, *한국식품과학회지*, 28, 604, 1996.
 29. 한지숙, 신동화, 윤세억, 김문숙 : *Listeria monocytogenes*의 증식을 억제하는 식용가능한 식물 추출물의 검색, *한국식품과학회지*, 26, 545, 1994.
 30. 신동화, 한지숙, 김문숙 : 방기및 감초의 에탄올 추출물이 *Listeria monocytogenes*의 증식 억제에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 26, 627, 1994.
 31. 조순영, 유병진, 장미화, 이수정의 2인 : 수산 미이용 자원 중에 존재하는 항균성 물질의 검색, *한국식품과학회지*, 26, 261, 1994.
 32. 김옥경, 이은방 : 두릅나무 근피 추출물의 약물학적 연구, *생약학회지*, 24, 213, 1993.
 33. 김미정, 변명우, 장명숙 : 대나무잎의 생리활성 및 항균성 효과, *한국영양식량학회지*, 25, 135, 1996.
 34. 川岸舜朗外 十七人 : 식품중의 생체기능조절물질 연구법, *송헌문화사*, 121-134, 1996.